

INTRODUCTION

La calculatrice est un outil très présent dans la vie quotidienne d'autant plus depuis le changement monétaire où les « calculatrices –convertisseurs » se sont développées et les élèves les ont à disposition à la maison.

Il apparaît important que les calculatrices, puisqu'elles sont dans la société, aient le droit de résidence à l'Ecole. Cependant, beaucoup d'enseignants s'interrogent sur l'opportunité de mettre un tel instrument dans les mains de leurs élèves. En effet, on lui attribue la baisse du niveau des élèves en calcul.

Il revient alors aux enseignants d'apprendre aux élèves le bon usage de la calculatrice c'est-à-dire comment s'en servir et quelles sont leurs fonctionnalités !

Il m'a paru alors important de s'interroger sur le bon usage. C'est ce qui m'a conduit à me demander comment aider des élèves de cycle des approfondissements à utiliser leur calculatrice à bon escient.

Lors d'un stage de pratique accompagnée j'ai constaté que les élèves savaient se servir de la calculatrice pour effectuer des calculs mais n'avaient pas trop conscience qu'elle avait d'autres fonctions que celle d'effectuer des opérations pour eux.

C'est donc après avoir étudié la place de la calculatrice à l'Ecole et dans les textes officiels que je me suis centrée sur l'utilisation que l'on pouvait en faire en classe. J'ai alors envisagé que l'étude des fonctionnalités de la calculette allait en permettre un bon usage.

Il ne faut pas oublier de laisser une grande place au calcul mental qui est central dans les programmes et indispensable à l'utilisation de la calculatrice.

Pour ce faire, j'ai cherché quelques exercices permettant d'allier toutes ces pratiques afin de les mettre en place lors du stage en responsabilité.

Lors de ce dernier, j'ai favorisé l'utilisation de la calculatrice dans différents types d'activités : calcul mental assisté de la machine, construction de la part des élèves d'une fiche technique de leur calculatrice après avoir vu certaines fonctionnalités de celle-ci, utilisation dans la résolution de problèmes. J'espère ainsi montrer que ces pratiques conduiront les élèves à utiliser comme il se doit leur calculatrice.

I- La calculatrice à l'Ecole:

La calculatrice qui n'est pas, à l'origine, un outil pédagogique n'a pas toujours eu sa place à l'Ecole. Cependant, l'avancement technologique l'impose peu à peu. Les instructions officielles essayent de renforcer son statut pédagogique. En effet, elle apparaît de plus en plus dans les textes officiels avec des objectifs et compétences de plus en plus détaillés.

1°- Dans les Instructions Officielles¹:

Les nouveaux programmes sont marqués de quelques nouveautés notamment dans le domaine du calcul : une priorité affichée pour le calcul mental et la place donnée à la résolution de problèmes mais aussi l'introduction et la banalisation des calculatrices dès le début de l'école élémentaire.

1.1- Les Objectifs :

Le calcul instrumenté prend davantage d'importance dans les programmes de 2002 : il apparaît dès le cycle 2 alors que dans les programmes de 1995, l'utilisation de la calculette, avec cependant un usage pertinent, n'est évoqué qu'au cycle des approfondissements sous l'intitulé *Nombres et Calcul* dans la partie *Pratique du calcul exact ou approché*. De fait, un document d'accompagnement lui est consacré (cf. *Utiliser les calculatrices en classe*) dans lequel il est précisé les quatre différentes manières d'utiliser la calculatrice à l'école élémentaire. En effet, il est préconisé de l'employer comme :

- outil de calcul,
- instrument dont on cherche à comprendre certaines fonctionnalités,
- support à l'exploration de phénomènes numériques,
- source de problèmes et d'exercices.

De plus, dans les programmes du collège, on s'attend à ce que les élèves aient recours de façon naturelle à cet outil, il est donc nécessaire d'en avoir mené un apprentissage avec les élèves.

¹ MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE, *Programmes de l'école primaire 1995, Qu'apprend-on à l'école élémentaire ? 2002* et document d'application des Nouveaux Programmes *Mathématiques cycle 2 et Mathématiques cycle 3*.

1.2- Les compétences :

Les nouveaux programmes exigent des élèves en fin de cycle des apprentissages fondamentaux qu'ils soient capables de :

- utiliser à bon escient une calculatrice (en particulier pour obtenir un résultat lorsqu'on ne dispose pas d'une méthode de calcul efficace),

et des élèves en fin de cycle des approfondissements qu'ils soient capables de :

- utiliser à bon escient sa calculatrice pour obtenir un résultat numérique issu d'un problème et interpréter le résultat obtenu,

- utiliser une calculatrice pour déterminer la somme, la différence de deux nombres entiers ou décimaux, le produit de deux nombres entiers ou celui d'un nombre décimal par un entier, le quotient entier ou décimal (exact ou approché) de deux entiers ou d'un décimal par un entier,

- connaître et utiliser certaines fonctionnalités de sa calculatrice pour gérer une suite de calculs : touches « opérations », touches « mémoires », touches « parenthèses », facteur constant.

2°- Constat et problématique :

Lors de mon deuxième stage de pratique accompagnée dans une classe de CM1, j'ai mené une séance sur les mesures de durée. Les élèves connaissaient déjà les correspondances entre les unités de mesure (1 minute = 60 secondes ; 1 heure = 60 minutes = 3600 secondes ; ...) et la séance portait sur les conversions. C'était la troisième séance de la séquence et nous étions dans une séance d'application. Le plus intéressant pour l'enseignante était de s'assurer que les élèves aient bien compris les équivalences et maîtrisent la procédure de conversions. C'est pourquoi, afin de limiter les éventuelles erreurs de calculs dues à la multiplication et la perte de temps de la part des élèves à refaire toujours le même calcul, je les ai autorisés à utiliser la calculatrice.

Je me suis alors rendue compte que les élèves savaient utiliser cette dernière en tant qu'outil de calcul (utilisation des touches « opérations ») mais qu'ils n'avaient pas conscience de toutes ses fonctionnalités. En effet, ils arrivaient en un seul calcul à convertir 15 heures en secondes ($15 \times 3600 = \dots$) mais pour réaliser une conversion de deux unités différentes dans une troisième ou une unité dans une autre où il ne connaissait pas les correspondances

directes (Ex : 4 heures et 28 minutes en secondes ou 2 jours en minutes) les élèves réalisaient plusieurs calculs et étaient obligés d'utiliser le cahier de brouillon pour noter les résultats des étapes intermédiaires. C'est-à-dire, pour ce qui est de convertir deux jours en minutes, qu'ils tapaient « $2 \times 24 = \dots$ », notaient le résultat sur le brouillon puis tapaient la valeur obtenue qu'ils multipliaient par 60 afin d'obtenir un nombre de minutes. Ces élèves n'avaient pas conscience qu'ils pouvaient taper directement « $2 \times 24 \times 60 = \dots$ » ou encore « $2 \times 24 = 48 \times 60 = \dots$ ».

J'ai décidé d'envisager la question de l'usage raisonné de la calculatrice au cycle des approfondissements, je me suis alors demandée comment faire pour que des élèves de cycle 3 utilisent à bon escient leur calculatrice.

3°- Apports historiques et théoriques :

D'un point de vue historique, la calculatrice n'a pas toujours eu sa place dans l'enseignement. Cependant, suite à la réforme des "mathématiques modernes" dans les années 70 et au développement de la technologie dans notre société, elle fait son apparition progressive dans les classes et ce de plus en plus tôt (dès le cycle des apprentissages fondamentaux). Face à l'intrusion de la machine à calculer dans les classes, François DUSSON lors d'une intervention au comité de l'A.P.M.E.P.² de 03 Février 1996 révèle que les enseignants sont partagés. En effet, certains considèrent que l'utilisation de la calculatrice par les élèves leur permet une meilleure appropriation des concepts et, par conséquent, rend les mathématiques plus attrayantes. D'autres, en revanche, pensent qu'elle « *gâche l'investissement intellectuel des élèves et s'oppose à une mémorisation nécessaire de certaines bases.* » Il est clair qu'un doute s'installe dans la tête de chacun : si les élèves utilisent la calculatrice, ils ne sauront plus compter et ils n'auront plus envie d'apprendre!

De plus, Roland CHARNAY³ pense que « *fournir des calculatrices aux élèves, ce n'est pas leur laisser la possibilité de les utiliser en toutes occasions ; c'est au contraire en faire des utilisateurs réflexifs et avertis, en particulier en leur inculquant que, si la machine effectue les calculs, elle ne peut décider à leur place des calculs pertinents pour résoudre un problème* ».

² A.P.M.E.P. : Association des Professeurs de Mathématiques de l'Enseignement public.

³ CHARNAY Roland, *Pour une culture mathématique dès l'école primaire*.

Cette idée apparaît aussi dans une étude de Luc-Olivier POCHON⁴ lorsqu'un élève dit : « *Si on ne sait pas calculer, c'est pas la calculatrice qui va m'apprendre le calcul* »

C'est pourquoi, en se basant sur les Instructions Officielles et l'avis des chercheurs, il ressort le besoin de conduire avec les élèves un apprentissage organisé et encadré par l'enseignant afin d'aboutir à un usage raisonné de la calculatrice. La question est donc de savoir comment organiser l'étude de l'outil. Selon Roland CHARNAY⁵, « *l'apprentissage assisté par une calculatrice doit être pensé dans sa complémentarité avec celui des autres moyens de calcul* ».

Il incombe alors à l'enseignant de faire comprendre aux élèves quand l'usage de la calculette est le plus pertinent.

Lorsqu'on envisage la calculatrice comme un outil de calcul, il convient de montrer que ce dernier n'est pas forcément le plus approprié. Pour ce faire, il existe des petits exercices proposant l'utilisation conjointe du calcul mental et du calcul instrumenté : *Plus vite que la calculette*⁶. Ce genre d'exercice permet aux élèves de travailler leur vitesse d'exécution grâce à l'émulation au sein du groupe mais surtout, grâce à un travail de mémorisation, d'anticiper, selon le calcul, l'outil à utiliser.

De façon plus générale, on demande à nos élèves de rendre compte des différentes étapes de recherche, de noter les résultats des calculs effectués ; on les oblige alors quand même à travailler sur papier. Il est aussi vivement conseillé de vérifier par un calcul approché l'ordre de grandeur du résultat obtenu à la machine afin de limiter les erreurs de " frappe ". C'est pourquoi il faut que les élèves aient une bonne maîtrise du calcul mental.

Dans l'accompagnement de programme, il nous est suggéré, lorsque l'on envisage, au cycle 3, l'aspect instrument dont on cherche à comprendre certaines fonctionnalités, l'élaboration individuelle d'un mode d'emploi de sa calculette.

⁴ POCHON L-O, *Une expérience d'utilisation d'une calculatrice en classe de cinquième année*, Institut Romand de Recherches et de Documentation Pédagogiques, 88.110 – Septembre 1988

⁵ CHARNAY Roland, *Des calculatrices à l'école primaire? Oui ? Non ? Pourquoi ? Comment ?* Les revues pédagogiques de la Mission laïque française. Activité mathématiques et scientifiques n° 54 pages 5 à16 - Octobre 2004.

⁶ Extrait du Nouvel Educateur n°54 – Deux ensembles de calcul mental : « *Plus vite que la calculette* » et « *Calculons calculette* » - Décembre 1993.

De surcroît, en tant qu'enseignant du cycle 3, nous sommes censés préparer nos élèves au collège où il leur est demandé⁷ d'avoir recours à la calculatrice de façon naturelle. Il faut donc qu'en fin de CM2 ils aient une bonne maîtrise de cet outil mathématique.

En ce qui concerne la calculatrice outil pour explorer des phénomènes numériques, la faculté de simplifier les calculs aux apprenants permettra de mettre en évidence certaines régularités.

4°- Questionnement et Hypothèses :

A la suite de tout ce qui vient d'être vu, je me suis, comme sans doute beaucoup d'entre nous, interrogée sur le bien fondé de l'utilisation de la calculatrice en classe. Comme certains enseignants cités par François DUSSON lors de son intervention à l'A.P.M.E.P., j'ai pensé que la calculatrice pouvait être un obstacle à la pratique du calcul mental mais je me suis aussi interrogée sur les conséquences de son utilisation sur l'apprentissage du calcul notamment pour les bases nécessaires à l'apprentissage de nouvelles techniques (Ex : connaissance des tables de multiplications indispensable à l'apprentissage de la technique opératoire de la division.). De plus, Eric BRUILLARD⁸, après une enquête réalisée auprès d'enseignants, illustre la pensée des détracteurs de l'usage de la calculatrice par le syllogisme suivant :

1- Les élèves ne savent plus calculer,

2- Or, ils font un usage abusif des calculettes,

3- Donc, les calculettes sont responsables de la maîtrise insuffisante des élèves au niveau du calcul ou, d'une manière plus faible, constituent un obstacle à la maîtrise des calculs.

Il apparaît alors que l'utilisation de la calculatrice ne doit pas se faire au détriment du calcul mental qui est une base solide et indispensable d'un usage à bon escient du calcul instrumenté.

Le calcul mental ayant retrouvé une place importante dans les nouveaux programmes, il est évident qu'il ne faut pas le mettre de côté au profit du calcul instrumenté.

⁷ MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE, *Qu'apprend-on au collège ?* 2002

⁸ BRUILLARD Eric, *Etude sur quelques obstacles d'usage des calculatrices à l'école élémentaire* - Grand N n°53, pages 67 à 78 - 1993

Cependant, une étude ayant déjà été réalisée sur l'utilisation de la calculatrice et la pratique du calcul mental⁹ j'ai décidé de m'intéresser à un autre aspect du calcul instrumenté.

C'est alors que j'ai envisagé de m'intéresser à la calculatrice sous l'aspect « outil dont on cherche à comprendre les fonctionnalités. »

En effet, l'école élémentaire attend de ses élèves une utilisation raisonnée de cet outil de calcul, ce qui ne se fait pas sans un apprentissage qu'il revient au professeur des écoles d'organiser et de gérer. Mais, comme le souligne Rolland CHARNAY, je cite « *les élèves ne connaissent généralement de leur calculatrice que l'usage lié aux quatre opérations, il est donc important de leur montrer les possibilités et limites de celle-ci* ». Elle possède des possibilités souvent méconnues voire inconnues des élèves de cycle 3 (facteur constant ou touches « mémoires ») et tous les calculs ne sont pas réalisables à la calculatrice à cause de la limitation d'affichage de l'écran de cette dernière.

A cela s'ajoute la réflexion d'Eric BRUILLARD sur l'introduction des calculatrices à l'école. Ce dernier pense que l'objectif à attribuer à cette pratique est de **savoir résoudre AVEC les outils**, et donc apprendre à penser avec des objets. *Les calculettes deviennent des outils intellectuels qui prolongent nos capacités et dont il s'agit d'articuler la maîtrise des outils avec les savoirs à acquérir.*

De plus, lorsque l'on envisage la calculatrice sous cet aspect, le document d'accompagnement nous conseille de faire construire à chaque élève un mode d'emploi de sa calculette afin qu'il ait une bonne maîtrise de l'outil et de ses fonctionnalités.

La ressemblance entre les calculettes et les jeux vidéo portable renforce l'idée de détente associée à cet outil (facilitation des calculs, diminution de la charge de travail,...) et, au vu de ce qui précède, il apparaît clair qu'il est nécessaire de faire prendre conscience aux élèves des fonctionnalités de la calculatrice afin qu'ils l'utilisent de façon plus pertinente. De plus, Eric BRUILLARD souligne que l'outil n'est pas neutre et qu'il implique des codages particuliers et peut amener des obstacles s'ils ne sont pas élucidés. Pour lui, savoir utiliser une calculette c'est *savoir résoudre une classe de problèmes avec cet outil et pouvoir insérer son usage dans des activités mathématiques.*

⁹ Mémoire Professionnel PE2 de FARGE David et ROUGER Sylvain, *Le calcul mental en cycle 3 : Quelles pratiques ? Quels intérêts ?* 2004

C'est donc toujours en me demandant comment rendre raisonnée l'utilisation de la calculatrice au cycle des approfondissements que j'ai envisagé cet aspect de la calculatrice et, c'est en me basant sur la suggestion de la construction du mode d'emploi que j'ai émis l'hypothèse qu'une bonne connaissance des fonctionnalités de la calculatrice alliée à une pratique régulière du calcul mental permettait une utilisation raisonnée du calcul instrumenté.

II- La calculatrice dans la classe :

1°- Choix de l'outil :

Le document d'accompagnement des programmes relatif à l'usage des calculatrices en classe propose un cahier des charges pour une calculatrice adaptée à l'école élémentaire. Il faudrait que la calculatrice :

- comporte un écran permettant d'afficher le calcul et le résultat et ainsi permettre une correction en cas d'erreur de saisie sans avoir à retaper tout le calcul.
- comporte des touches « parenthèses » et une touche « division euclidienne » permettant d'afficher le quotient et le reste.
- ne comporte pas de touche « % » ni de touche « changement de signe » et ne propose pas la notation exponentielle si le résultat comporte un nombre de chiffres plus important que la capacité d'affichage de l'écran.
- permette de stocker un résultat partiel.
- possède une touche « opérateur constant » ou du moins la fonction.
- respecte les priorités opératoires.

Un tel type de calculatrice correspond davantage aux calculatrices que les élèves utilisent au collège plutôt qu'à celles que l'on trouve à l'école élémentaire. En effet, celles utilisées par les élèves du cycle des approfondissements et de surcroît par ceux du cycle des apprentissages fondamentaux sont généralement des calculatrices « quatre opérations ».

De plus, la plupart des manuels scolaires qui proposent des activités permettant de comprendre les différentes fonctions de leur machine à calculer, présentent en illustration ce que nous appelons calculette et partent du principe que c'est ce que les élèves possèdent. En effet, les activités s'appliquent à des calculettes ne respectant pas la priorité multiplicative et ne comportant pas de touches « parenthèses ».

Comment faire face à la diversité de calculatrices : tous les élèves doivent avoir la même ou pas ?

Le fait que tous aient la même présente un avantage certain lors de l'apprentissage ou de la réalisation de la « fiche technique - mode d'emploi ». De fait, pas de souci lorsque l'on explique la fonction d'une touche vu qu'elle sera commune à tous. Cela implique donc d'imposer l'achat d'un modèle aux parents, ce qui n'est pas évident, ou que ce soit l'école qui

fournisse les calculatrices, ce qui n'est pas toujours possible en raison du budget.

Cependant la diversité présente aussi un avantage qui vient du fait que les élèves auront conscience qu'il existe différentes façons de faire et, s'ils viennent à changer de modèles de calculettes, ne seront pas perdus devant la nouvelle. L'idéal serait alors que la classe soit dotée d'un stock suffisant (une par élève) de calculatrices de modèles différents afin que les élèves puissent étudier les fonctionnalités de chacune.

2°- Mise à disposition :

Il revient à l'enseignant de gérer la mise à disposition de la calculatrice dans sa classe. Pour cela, le document d'application propose deux stratégies : l'enseignant peut choisir de les stocker en fond de classe et ne les mettre à disposition que lorsqu'il le trouve judicieux, elle peut aussi être en permanence dans le casier des élèves et c'est toujours l'enseignant qui en régule l'utilisation.

En revanche, au cycle des approfondissements, la calculatrice doit être un outil de calcul banalisé, on pourrait donc envisager, dans ce cas, de la mettre à disposition des élèves au même titre que tous les autres instruments utilisés par les élèves (compas, équerre,...). Cette mise à disposition ne se faisant bien sûr pas sans une phase de familiarisation. L'enseignant peut cependant, lorsqu'il le juge judicieux en interdire l'usage.

Dans certains cas, elle peut être un outil de différenciation permettant aux élèves en difficultés de se centrer sur le raisonnement, le calcul n'étant plus un obstacle. Elle peut encore être un outil d'investigation lors d'exercices nécessitant une procédure par essais et ajustements.

3°- Exemples d'exercices :

Comme je l'ai déjà dit, il existe des petits exercices qui proposent une utilisation conjointe du calcul mental et de la calculatrice afin de mettre en évidence que cette dernière n'est pas toujours le moyen de calcul le plus rapide et donc le plus approprié.

Le but de l'exercice « Plus vite que le calculette » est de trouver un résultat plus vite que la calculatrice. Pour ce faire, répartir les élèves en groupes de quatre ou cinq et nommer chaque jour un responsable de la calculette. Une série de calculs est proposée à la classe : le

responsable les réalise à la machine et annonce qu'il a fini lorsqu'il écrit son résultat sur la feuille, les autres élèves qui les effectuent mentalement peuvent évaluer leur vitesse de calcul et, s'ils sont plus rapides, se cochent « Plus vite que la calculette ».

Calcul à effectuer	Résultat	Correction	Plus vite que la calculette ?
$6 \times 10 \times 2$	120	-	X
56×7	392	-	-

« L'affichage sous contraintes » (tiré du document d'accompagnement *Utiliser les calculatrices en classe*) : un nombre doit être obtenu à l'affichage en respectant certaines contraintes. Cet exercice est proposé pour le cycle 2 mais, en modifiant certaines variables didactiques comme la nature et le nombre de contraintes ou le nombre recherché, cet exercice est adaptable au cycle 3.

Ex : Afficher 145 en utilisant la multiplication et l'addition

$$\sim 25 \times 4 + 45 = 145$$

$$\sim 70 \times 2 + 5 = 145 \dots$$

L'esprit de recherche des élèves est accru par la multiplicité des procédures et la confrontation de ces dernières leur permet éventuellement d'en trouver de plus pertinentes que les leurs. De plus, en imposant une contrainte de temps, les élèves seront obligés de s'approprier les procédures les plus rapides.

« Petit jeu pour s'entraîner à la mémorisation des tables » est proposé par Roland CHARNAY pour des élèves de CE1 dans « *Des calculatrices à l'école primaire ? Oui ? Non ? Pourquoi ? Comment ?* » mais en utilisant les tables de multiplication, la soustraction ou en augmentant la taille des nombres on peut envisager cette situation au cycle 3. Le premier joueur (A) tape une somme de deux nombres sans appuyer sur [=], il passe la calculatrice au second joueur (B) qui doit énoncer le résultat de cette addition avant de faire afficher le résultat par l'appui sur [=]. Si le résultat annoncé est le même que celui affiché alors le joueur B marque un point sinon c'est A qui marque un point. Les rôles sont inversés à chaque calcul et c'est le premier joueur qui totalise dix points qui gagne. Dans ce jeu, la calculatrice ne sert pas à donner une réponse mais à la valider comme il faudrait que se soit le cas lorsque l'on utilise la calculatrice.

« Calcul mental assisté de la calculatrice » : pour chaque item, l'enseignant donne un nombre A et un nombre à atteindre B. Les élèves doivent alors :

- afficher le nombre A donné par l'enseignant sur l'écran de la calculatrice
- sur l'ardoise, prédire le calcul qu'il faut faire faire à la calculatrice pour qu'elle affiche le nombre B donné par l'enseignant.
- vérifier leur prédiction avec la calculatrice.

Exemple au cycle 3, les décimaux :

J'affiche sur ma calculatrice le nombre :	Sur l'ardoise j'écris l'opération que je dois faire faire à ma calculatrice	Pour lui faire afficher le nombre :	Je vérifie ma prédiction avec la calculatrice
7.3	+ 0.26	7.56	

Au tableau, l'enseignant a la même grille : entre les deux il peut écrire les différentes propositions relevées sur les ardoises sans les valider. Il peut aussi choisir de ne pas les inscrire, par exemple lorsque des élèves n'ont fait aucune prédiction.

Après la validation par la calculatrice, l'enseignant reformule le ou les calculs qui ont permis de passer de A à B, les calculs n'ayant pas permis de transformer l'affichage de A en B sont éliminés ; l'enseignant peut solliciter les élèves qui les ont produits afin de s'assurer qu'ils ont compris leur erreur et sont en mesure de ne plus la refaire.

Dans cette situation la validation provient des résultats produits par la machine ; ce qui amène l'élève à renoncer à ses procédures erronées et à en acquérir de nouvelles.

L'enseignant peut aussi décider d'introduire des contraintes sur les opérations autorisées

« Multiplier sans utiliser la touche $\times$ » est un exercice proposé par le manuel Cap-Maths CM2 de 2004. Il s'agit dans cet exercice de trouver les résultats de multiplications suivantes sans utiliser cette touche opération :

$$64 \times 3 \qquad 64 \times 12 \qquad 64 \times 99 \quad \dots$$

Pour 64×3 , ils peuvent faire l'addition suivante $64 + 64 + 64$; pour 64×12 , il serait possible mais fastidieux et risqué de procéder de même : l'idéal est alors que les élèves pensent que 64×12 c'est $(64 \times 10) + (64 \times 2)$. Le résultat de 64×10 s'obtient sans calculer en appliquant la règle du zéro et ils n'ont qu'à taper $640 + 64 + 64$. Il en va de même pour 64×99 : c'est $(64 \times 100) - 64$.

Un tel exercice permet aux élèves de développer des stratégies de calcul mental réfléchi et, par conséquent, de renforcer leur maîtrise du calcul mental indispensable à une utilisation raisonnée du calcul instrumenté ainsi que montrer que la calculatrice n'est pas toujours l'outil le plus pertinent.

« D'un nombre à l'autre en au plus trois opérations » : il s'agit ici d'obtenir l'affichage d'un nombre en partant d'un déjà affiché à l'écran en faisant au plus trois opérations.

Ex : 53 est affiché à l'écran et on doit obtenir 720.

$$53 \times 10 = 530 \div 200 = 730 - 10 = 720$$

$$53 \div 7 = 60 \times 10 = 600 \div 120 = 720 \dots$$

III- Mise en œuvre lors du stage :

Lors du deuxième stage en responsabilité, j'avais une classe de CM2, en milieu rural, composée de 20 élèves. Ces derniers avaient déjà utilisé la calculatrice mais avaient peu l'habitude de s'en servir. De plus, aucun apprentissage spécifique n'avait été réalisé car la calculatrice n'était envisagée que comme un outil de calcul et ne se trouvait pas en permanence dans le casier des élèves. C'est pourquoi, la nécessité d'un apprentissage organisé ne pouvant émerger des élèves, j'ai dû leur imposer ce projet. En effet, j'ai dû leur demander de ramener leur calculatrice en leur expliquant que nous allions apprendre à nous en servir. Afin de les motiver pour cet apprentissage, j'ai fait valoir le fait que l'an prochain il serait au collège où on attendait d'eux qu'ils sachent déjà la manipuler et où elle serait considérée comme un outil banalisé.

1°- Présentation et analyse des séances menées :

1.1- Calcul mental :

Un bon usage de la calculatrice ne se faisant pas sans une pratique régulière du calcul mental, je faisais pratiquer, de manière quotidienne, en moyenne quinze minutes de calcul mental aux élèves. Mon objectif étant l'utilisation à bon escient de la calculatrice, un jour sur deux nous pratiquions des exercices alliant ces deux procédés de calcul :

- Plus vite que la calculette : les élèves travaillaient en binôme (un responsable de la machine, l'autre effectuent les calculs mentalement) ce qui permettait à chaque élève d'être le responsable de la calculatrice dans la semaine vu que nous ne travaillions de la sorte que deux fois par semaine.

- Affichage sous contraintes : Lors de la première séance c'était moi qui imposais les nombres à trouver et les contraintes, chaque travaillant pour soi sur sa calculatrice. Pour les séances qui ont suivies, c'était toujours moi qui donnais les nombres à trouver mais les élèves travaillaient en binôme : un qui avait la calculatrice et l'autre qui imposait les contraintes. A chaque séance les élèves inversaient les rôles.

- Multiplier sans utiliser la touche $\times$: Pour cet exercice, les élèves travaillaient seuls. J'écrivais au tableau une suite de calculs à réaliser, j'imposais une contrainte de temps en fonction de la difficulté des calculs. Après ce laps de temps, nous corrigeons en groupe classe, un élève était interrogé, il expliquait sa démarche. Chacun avait la possibilité d'explicitier sa démarche que je notais au tableau et que les élèves devaient noter en correction afin d'enrichir leur nombre de stratégies possibles.

Les autres jours nous pratiquions le calcul mental de façon plus traditionnelle ou en faisant aussi des petits jeux afin de rendre la pratique plus ludique et ainsi motiver les élèves.

Lorsque nous faisons du calcul mental sur ardoise, nous travaillions surtout le calcul réfléchi en essayant de trouver la technique qui correspond le mieux à chaque élève pour certaines multiplications (la multiplication par 11 par exemple) ou en essayant de mettre en application les stratégies mises en évidence lors de la pratique du calcul mental avec calculatrice.

La pratique des petits jeux comme celui du « Jeu de cartes Recto Verso » permettait de réviser les tables de multiplication ou d'effectuer des divisions simples,...

Ce jeu se compose de cartes sur lesquelles figurent sur le recto un calcul à effectuer et sur le verso son résultat et se pratique à deux. Au départ, les deux joueurs ont le même nombre de cartes. Le premier joueur propose une carte question (c'est-à-dire la face avec le calcul) à son adversaire, si ce dernier répond correctement, il prend la carte sinon c'est le premier qui la garde. Les rôles sont inversés à chaque coup et celui qui, en fin de partie (quand toutes les cartes ont été jouées), a le plus de cartes qui gagne.

Le fait de pratiquer le calcul mental de façon différente de celle dont ils avaient l'habitude a beaucoup motivé les élèves, certains y ont même pris du plaisir. Ce qui les a le plus marqué c'est de faire du calcul mental avec la calculatrice mais c'est une des pratiques qui leur a le plus plu.

1.2- Construction du mode d'emploi de la calculatrice :

Pour ces deux séances, afin que chacun s'approprie les fonctions de sa calculatrice, le mode de travail des élèves est individuel. Ne les empêchant pas d'aider le voisin, j'ai cependant préféré qu'ils travaillent seuls.

Première séance : l'objectif de cette séance était la prise de conscience des différentes fonctionnalités de la calculatrice en vue d'en établir un mode d'emploi.

Le point de départ de cette séance est un calcul à réaliser à la main, la calculatrice restant pour l'instant dans le casier des élèves, que nous corrigeons au tableau.

$$\text{Ex : } 2 + 12 \times 4 = \dots$$

Je demande ensuite aux élèves de le taper tel quel à la machine et de noter le résultat obtenu sur le cahier de brouillon. Certains élèves trouvent un résultat différent de celui qu'ils avaient obtenu sur le cahier de brouillon. Nous essayons de comprendre la démarche réalisée par la machine afin de mettre en évidence le fait que certaines ne donnent pas la priorité à la multiplication. Je demande alors aux élèves, comme je le ferai à chaque étape, de noter, toujours sur le cahier de brouillon pour l'instant, si leur calculatrice possède ou non cette fonctionnalité.

Les élèves soulignent alors, qu'en général, même pour faire ce calcul à la main ils utilisent des parenthèses et proposent d'essayer à la calculatrice. Pour ce faire, je leur propose un autre calcul plus complexe afin qu'il ne suffise pas d'inverser l'ordre des nombres pour trouver le bon résultat comme pour le calcul précédent où il suffirait de taper $12 \times 4 + 2$.

$$(16 \times 50) + (12 \times 4) =$$

Malheureusement, ceux pour qui le résultat trouvé à la machine était différent de celui posé ne possèdent pas non plus les touches « parenthèses ». Nous voilà donc confrontés à un problème.

L'ensemble de la classe ne connaissant pas l'utilisation des touches « mémoire » propose une procédure que l'on qualifie de personnelle : faire le premier calcul, noter le résultat, recommencer avec le deuxième calcul puis faire la somme des deux. Cependant, ils réalisent que cette démarche est fastidieuse et qu'ils iraient plus vite à la main. Voyant qu'ils ne proposent pas ce que j'attendais, je leur suggère l'utilisation des touches « mémoire ». Les élèves manifestent alors une réelle volonté d'apprendre.

Dans un premier temps, je leur communique directement la façon de faire qu'ils effectuent puis je leur demande de réfléchir à ce qu'ils ont fait afin qu'ils s'approprient la procédure et lui donnent du sens.

$$16 \times 50 \boxed{\text{M}+} 12 \times 4 \boxed{\text{M}+} \boxed{\text{MRC}} =$$

Lors de cette séance, j'ai perdu beaucoup de temps à m'assurer que chaque élève ait bien compris car, tous n'ayant pas la même calculatrice, ils étaient demandeurs d'une attention particulière et, même si je communiquais les équivalences par oral, ils voulaient que je passe voir si c'était bien comme ça qu'il fallait faire avec leur machine. En effet, certains possèdent une touche **MRC** qui permet de restituer le contenu de la mémoire mais aussi, par un double appui, de l'effacer ; d'autres ont une touche **MR** pour rappeler le contenu et une autre **MC** pour l'effacer.

Après cette petite mise au point très coûteuse en temps, les élèves réclament des exercices afin de s'approprier davantage la procédure et de s'y familiariser. La séance du jour s'achève par la correction de ces exercices.

Deuxième séance : l'objectif de cette séance reste le même que celui de la séance précédente avec cependant la rédaction du mode d'emploi en plus.

Elle commence donc par un rappel de la procédure apprise la veille et un petit calcul de « réinvestissement ».

Lors de la séance précédente, je m'étais concentrée sur l'utilisation des touches **M+** et **MRC**, je vais donc introduire la touche **M-**. Pour cela je leur propose le calcul suivant :

$$12 \times 60 - 9 \times 12 = \dots$$

Les élèves procèdent de même que la veille, émerge alors la possibilité la possibilité d'utiliser la touche **M-**. Certains élèves proposent de taper M- après le premier calcul : le résultat ainsi obtenu est négatif. Ils conviennent donc que ce n'est pas la bonne solution et tape donc **M+** après le premier calcul et **M-** après le second car, comme nous avons dit la veille que la deuxième fois que l'on utilisait **M+** cela permettait d'ajouter le résultat du dernier calcul au nombre déjà entré en mémoire ; en tapant **M-** à ce moment-là nous allons retrancher le résultat au nombre en mémoire comme il est demandé dans l'énoncé du calcul.

Après avoir refait quelques calculs alliant l'utilisation des touches M+ et M- afin de m'assurer que tous les élèves aient compris, nous passons à la réalisation de la fiche technique de la calculatrice (cf. annexes 1 et 2). Je note les items « titre » et eux complète en fonction de leur calculatrice. La fiche technique est copiée dans le cahier de règles de mathématiques.

Cependant, lors de cette phase d'apprentissage, certains élèves, ayant déjà des calculatrices dites « Collège » possédant par conséquent les touches « parenthèses » et respectant la priorité à la multiplication, ne voyaient pas l'intérêt de cet apprentissage et s'ennuyaient. Afin que tous les élèves soient en activité et en leur expliquant que si leur calculatrice tombait en panne, ils seraient peut-être dans l'obligation d'utiliser une simple calculette, je les ai autorisés à travailler en binôme avec leur voisin en se servant que la calculatrice de ce dernier.

Afin de ne pas surcharger les élèves et de ne pas les dégoûter de l'apprentissage des fonctions de la calculatrice, je me suis arrêtée là pour le moment. Je pensais passer à une autre leçon et avoir le temps de revenir sur la fonction « facteur constant ». Malheureusement, ne disposant que de trois semaines et ayant un programme à suivre, je n'ai pas eu le temps de l'aborder. Il a donc été convenu avec l'enseignant titulaire qu'il le traiterait par la suite.

1.3- Utilisation de la calculatrice :

Dans plusieurs exercices relevant de la résolution de problèmes, les élèves utilisaient la calculatrice notamment pour les mesures d'aires car ça demandait parfois de faire des calculs sur des gros nombres. En général, les élèves savent parfaitement utiliser la calculatrice pour faire des opérations.

Cependant, il est une opération qui requiert un apprentissage particulier: la division. En effet, le résultat de la division affiché sur l'écran de la machine est souvent un nombre décimal qui ne leur permet pas d'écrire l'équation de la division euclidienne qui nécessite un quotient entier et éventuellement un reste.

Je pensais que les élèves dont j'ai eu la responsabilité lors de ce stage l'avaient déjà étudié mais ce n'était pas le cas. Ce manque a été mis en évidence lors d'un exercice sur les mesures d'aires. J'ai donc dû procéder à cet apprentissage.

Pour réaliser celui-ci, les élèves ont eu une fiche de recherche (cf. annexe 3) leur permettant de comprendre le sens de chaque « partie » du résultat (partie entière, partie décimale).

En effet, les exercices proposés permettaient de faire le lien entre les nombres affichés et ce à quoi ils correspondent. Nous avons aussi mis en évidence les différentes façons de procéder afin de trouver le reste après affichage du résultat décimal:

- retrancher la partie entière il ne reste donc plus d'afficher que la partie décimale que l'on multiplie par le quotient.

- multiplier la partie entière par le quotient et retrancher le résultat obtenu au dividende.

Il leur fallait aussi être capable d'écrire le résultat de la division sous forme de l'équation de la division euclidienne, c'est-à-dire $\text{Dividende} = (\text{diviseur} \times \text{quotient}) + \text{reste}$.

1.4- Suite du stage :

Après cet apprentissage, nous passons à quelque chose de complètement différent qui s'inscrit dans la programmation de cette classe : la proportionnalité. La partie intéressante de ce chapitre pour ce mémoire est la leçon portant sur le périmètre du cercle. Pour réaliser la fiche de recherche (cf. annexe 4), il est demandé aux élèves d'utiliser la calculatrice afin de mettre en évidence la valeur de π .

Dans le premier exercice, il est demandé aux élèves de calculer le quotient du périmètre par le diamètre. Il est attendu qu'ils trouvent la valeur approchée de π c'est-à-dire 3.14 or, avec les nombres choisis par le manuel¹⁰ dont est extrait cet exercice, ils trouvent 3.133333333. Cependant, il est bien précisé par la suite que cette valeur s'appelle π (pi) et qu'elle vaut environ 3.14. Sont aussi données deux formules permettant de trouver le périmètre du cercle et les élèves doivent maintenant qu'ils ont les formules calculer un périmètre.

Dans ce cas, la calculatrice est utilisée comme un simple outil de calcul permettant, dans un premier temps, de trouver le quotient décimal de deux entiers et, dans un second temps, de trouver le produit d'un décimal par un entier.

Les élèves possédant des calculatrices « collège » remarquent qu'ils ont une touche π et s'aperçoivent que la valeur qui correspond comprend plus de chiffres après la virgule. La classe s'interroge et demande pourquoi on utilise la valeur approchée et non la valeur exacte de π . Ils admettent facilement qu'il est plus facile de retenir 3.14 plutôt que sa valeur plus précise 3.141592654 mais demande à ce que la valeur plus précise figure dans la leçon. Nous

¹⁰ *Pour comprendre les maths CM2* édition euro, Hachette Education. 2002

ajoutons donc cette dernière à la règle du périmètre du cercle. N'ayant pas le temps de finir nous arrêtons là la séance du jour, nous reprendrons la fiche d'exercices le lendemain.

Le lendemain, après un rappel de la leçon, les élèves réalisent le deuxième exercice de la fiche de recherche où il leur faut compléter le tableau et calculer le périmètre du cercle connaissant le rayon ou le diamètre. Un élève propose alors d'entrer en mémoire la valeur de π afin de réaliser les calculs.

Tous les élèves, trouvant cette idée intéressante, veulent absolument procéder de la sorte. On fait alors une petite parenthèse pour trouver comment faire pour entrer une valeur en mémoire et s'en resservir pour faire plusieurs calculs différents.

Les élèves remobilisent alors leurs connaissances sur l'utilisation des touches « mémoires » et proposent quelques procédures qui échouent avant de trouver la bonne :

- taper 3.141592654 $\boxed{\text{M+}}$ pour que la valeur de π soit entrée dans la mémoire de la calculatrice.

- revenir à zéro (ON, AC, CE,...).

- pour effectuer un calcul taper la valeur du diamètre ou deux fois celle du rayon et multiplier par π en tapant $\boxed{\text{MRC}}$ puis sur la touche $=$ afin de voir le résultat.

Exemple : calculer le périmètre d'un cercle de 75 cm de diamètre.

$$75 \times \boxed{\text{MRC}} \boxed{=} \dots$$

Les élèves ont fini la fiche et fait les exercices d'application en procédant de la sorte.

2°- Bilan et prolongements éventuels :

Lors de ce stage, j'ai tenté de montrer qu'une bonne connaissance de l'outil alliée à une maîtrise du calcul mental permettait une meilleure utilisation de la calculatrice et, comme l'exige les nouveaux programmes de la part d'élèves de fin de cycle des approfondissements, une utilisation à bon escient.

Les élèves n'ayant pas particulièrement l'habitude de se servir de la calculatrice, il a fallu procéder à une phase de « familiarisation » informelle. En effet, ces derniers étaient tout excités à l'idée de se servir de la calculatrice et n'étaient pas très réceptifs. J'ai donc commencé par introduire la calculatrice lors de résolution de problème avant de passer à la phase institutionnelle de découverte des fonctionnalités de celle-ci. Les élèves demandeurs de cet apprentissage et détachés de l'aspect ludique qu'ils associent à la calculatrice étaient alors dans de bonnes dispositions pour apprendre. Ils se sont alors beaucoup investis dans cette

étude des fonctions des touches qu'ils ne connaissaient pas. Certains pensaient même que les touches que nous étudions ne leur étaient pas destinées, qu'ils apprendraient à s'en servir plus tard !

Outre la perte de temps déjà relatée dans la présentation et analyse des séances menées, la séquence d'apprentissage s'est fort bien déroulée, les élèves étaient très attentifs et impliqués. Les quelques élèves possédant des calculatrices « Collège » qui ne semblaient pas motivés en début de séance étaient légèrement déçus de voir qu'ils n'avaient pas grand-chose à écrire dans leur mode d'emploi ou fiche technique.

Mon hypothèse de recherche était qu'une pratique régulière du calcul mental et une connaissance des fonctionnalités de la calculatrice allaient permettre aux élèves d'utiliser cet outil à bon escient.

La pratique du calcul mental avec la calculatrice est très bénéfique pour en atteindre une utilisation raisonnée. Avec des petits jeux tels que ceux que nous pratiquons, les élèves rendent compte qu'ils sont parfois meilleurs que la machine. Je pense donc qu'une telle pratique sur une année scolaire les emmènerait à se détacher de la calculatrice pour certains calculs.

Cependant, et comme je l'ai cité en référence théorique, un mémoire professionnel de PE2 et de nombreux textes montrent que le calcul mental est indispensable à l'utilisation raisonnée de la calculette. C'est pourquoi j'ai pensé que, dans l'intérêt de ce mémoire professionnel, il était plus important de se centrer sur l'hypothèse que la connaissance des fonctionnalités de l'instrument est, elle aussi, une condition indispensable à l'utilisation rationnelle de la calculatrice.

La dernière séance explicitée peut éventuellement faire office d'évaluation ou, je dirais plutôt, de test de mon hypothèse de recherche qui tentait de montrer qu'une bonne connaissance des fonctionnalités de la calculatrice en permettait un usage à bon escient. De fait, elle montre que des élèves, ayant appris ce qu'il est possible de faire avec une calculette, sont capables, lorsque l'occasion se présente, de réinvestir ces connaissances dans le but d'effectuer des calculs. En effet, alors qu'ils auraient pu se contenter d'utiliser une valeur approchée facile à retaper, ces élèves ont préféré entrer cette valeur en mémoire même si ce n'est pas la valeur exacte et, par conséquent, ne pas avoir à la retaper à chaque calcul, afin de réaliser leur exercice. On peut donc considérer que ces élèves ont fait preuve d'une utilisation

rationnelle de leur instrument de calcul. Ils ont mis à profit leur connaissance de l'outil pour l'insérer dans des activités mathématiques. Ils ont utilisé certaines fonctionnalités de la calculatrice pour gérer une suite de calculs.

Même si, dans le cas présent, l'usage des touches « mémoires » n'était pas requis par la suite de calculs à effectuer ($2 \times \text{rayon} \times \pi$), les élèves ont anticipé le déroulement de l'exercice (utiliser plusieurs fois la même valeur) et décider qu'il serait préférable de travailler de la sorte.

Je n'ai pas eu le temps sur ces trois semaines de procéder à une réelle évaluation me permettant de valider ou non mon hypothèse. Il aurait fallu que je leur donne une série de problèmes pour lesquels ils trouvaient la solution par l'addition ou la soustraction de deux produits afin de juger s'ils étaient en mesure de reconnaître la procédure à effectuer ou non.

Comme nous avons vu les mesures d'aires, j'aurais pu envisager de leur proposer des problèmes concernant le prix total d'un terrain en fonction du prix de vente,...

Exemple : Un agriculteur achète 35 hectares de champs vendus 175 euros l'hectare. Il en achète 6 de plus pour 180 euros l'hectare à un autre agriculteur. Combien a-t-il dépensé pour ces terres ?

Solution : 35×175 M+ 6×180 M+ MRC

Afin de poursuivre cet apprentissage car, comme je l'ai déjà signalé, je n'ai malheureusement pas eu le temps de voir avec eux la fonction « facteur constant », il faudrait donc en prolongement leur faire étudier cette fonction.

Mener un tel apprentissage particulier et respecter la programmation était un peu difficile à faire sur une période aussi courte (trois semaines).

Dans le but de parfaire leur connaissance de la calculatrice, il serait bon de montrer à ces élèves les limites de celle-ci. En effet, il aurait pu se faire qu'au fil de son utilisation, nous soyons confrontés au problème suivant : savoir si lorsqu'une valeur est entrée dans la mémoire de la machine et que nous éteignons cette dernière, la valeur est gardée en mémoire. Cette spécificité devrait figurer sur la fiche technique de la calculatrice de l'élève car ça ne va

pas être le cas de toutes les calculettes. Dans le cas où elle sera supprimée il faudra, si l'on veut la réutiliser, l'entrer à nouveau dans la mémoire.

Nous n'avons pas vu non plus que l'écran des calculettes avait une capacité d'affichage limité à huit ou dix chiffres selon le modèle. Il serait judicieux de voir avec eux ce qui se passe si le résultat d'un calcul dépasse la capacité d'affichage de l'écran.

Il aurait été bien qu'il y ait des problèmes obligeant les élèves à réinvestir les procédures d'utilisation des touches « mémoires » ou « opérateur constant ».

La connaissance des fonctionnalités de la calculatrice apparaît, à la fin de ce stage comme pouvant être une condition à son usage à bon escient.

CONCLUSION

En début d'année, j'ai décidé de travailler sur l'utilisation de la calculatrice à l'école élémentaire car je ne l'envisageais que comme un outil de calcul. Les recherches réalisées cette année m'ont alors permis d'envisager la calculatrice sous un autre angle. En effet, cela m'a permis de découvrir certaines pratiques comme celle du calcul mental associé à la calculatrice qui rend cette activité ludique et donc plus intéressante pour les élèves. Ces activités aident l'enseignant à montrer aux élèves que l'emploi de la calculatrice n'est pas toujours pertinent. Cela permet aussi aux élèves d'aller vers ce que l'on attend d'eux en fin de cycle 3 c'est-à-dire une utilisation rationnelle de cet instrument de calcul.

Les élèves de CM2 dont j'ai eu la responsabilité ont construit une fiche technique de leur calculette car j'avais émis l'hypothèse que cela leur permettrait de répondre aux attentes des Instructions Officielles.

Ces élèves ont été capables lors d'une séance qui ne s'y prêtait pas de réinvestir leurs connaissances des fonctionnalités de la calculatrice afin de faire les calculs exigés.

Cette conduite permet de mettre en lumière le fait que la maîtrise des différentes fonctions de l'outil en permet une meilleure utilisation comme je l'avais envisagé. Cependant, je ne suis pas en mesure de l'affirmer avec certitude car l'apprentissage de toutes les fonctions n'a pas été réalisé et je n'ai pas eu le temps de le tester plus amplement. Je dois donc me contenter de la réaction de ces élèves pour répondre à ma question de départ. En effet, je pense que la construction de cette fiche technique et à la pratique quotidienne du calcul mental associé régulièrement à l'emploi de la calculatrice a permis aux élèves d'avoir un regard critique sur leur calculette et se rendre compte des possibilités qu'elle offre ainsi que de ses limites.

Afin d'être sûr que cette condition est indispensable à une utilisation rationnelle de la calculatrice, il faudrait mener un apprentissage complet des fonctionnalités et envisager des problèmes permettant le réinvestissement de celles-ci.

Le calcul mental étant indispensable à une utilisation à bon escient il ne faut pas le négliger et envisager de le combiner au calcul instrumenté.